ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Les instruments et les observations de Delambre à la rue de Paradis.* Note [1] de M. G. **Bigourdan**.

Instruments.

D'abord les instruments furent à peu près ceux qu'il avait à la rue Sainte-Avoye (voir p. 403-404) auxquels il joignit la lunette méridienne de Lenoir, reçue le 8 avril 1789 : il n'indique pas bien clairement comment elle était installée.

Voici un état des instruments prêtés à Delambre par l'Académie des Sciences [2]; il est tiré du manuscrit D, 1, 13 des archives de l'Observatoire :

Au citoyen Delambre

1. Une *lunette méridienne* de 3 ½ pieds, objectif achromatique, ouverture d'environ 30 lignes, faite par Le Noir [3].

2. Une *lunette parallactique* de 4 pieds, objectif simple, garnie d'un réticule rhomboïde, et montée en bois d'acajou.

---

(1) Séance du 20 août 1928.

(2) Delambre avait été élu à l'Académie des Sciences le 15 février 1792 comme associé géomètre.

(3) Son axe de rotation avait les deux réglages ordinaires par vis à tête divisée, l'un en azimut (qu'il appelle réglage méridien, vis méridienne, vis M), et l'autre en hauteur relative de l'un des tourillons (vis verticale, vis V).

Pour la collimation de l'axe optique il semble qu'on pouvait la modifier en agissant sur l'objectif.

3. Une *pendule astronomique* à verge de compensation, de Lepaute ([1]).

4. Un *quart de cercle* de trois pieds, en fer et cuivre, fait en 1743 par Langlois pour l'usage de l'abbé de la Caille, et qui depuis avait été prêté au C^en^ de Gentil.

Dans une Note du C^en^ De Lambre, jointe à la lettre qu'il a adressée à la Commission temporaire des Arts le 20 pluviôse de l'an 2e on lit ce qui suit :

L'Académie avait en outre autorisé le C^en^ Delambre à faire construire une lunette achromatique de six pieds, et le C^en^ Carochez l'a promise pour cet hyver : le prix convenu était de 1200 ₶, en y comprenant les accessoires; la lunette était de 800 ₶.

Le C^en^ Lenoir était aussi chargé de faire pour le C^en^ Delambre un quart de cercle de 5000 ₶. L'Académie avait même voté 6000 ₶.

Et immédiatement au-dessous on lit, de la main de Delambre :

La lunette de six pieds n'a point été exécutée, non plus que le quart de cercle. La Commission des Arts a prêté au C^en^ Delambre une lunette achromatique de Dollond de 3 ½ pieds de foyer, grande ouverture, avec micromètre objectif, le pied en bois, le tube en cuivre.

De plus une *pendule* de Lepaute à secondes, dans sa boëte de chêne.

A ces instruments il faut ajouter :

Une seconde *pendule* Lepaute, placée le 1er décembre 1791, « à verge de compensation et pyromètre » qui va 15 à 16 jours et qu'il met sur le temps sidéral, comme l'ancienne pendule, de Lepaute également. Pour les distinguer l'un de l'autre, il a d'abord quelque hésitation, mais à partir du 27 décembre il les distingue en donnant à l'ancienne le n° 1 et à la nouvelle le n° 2 ; il constate souvent que pendant toute la suite des observations les deux battent la seconde en même temps; à partir de janvier 1795 il met l'une sur le temps moyen et l'autre sur le temps sidéral (Pendule des fixes).

Un compteur qu'il mettait d'accord avec la première pendule Lepaute.

Un chronomètre d'Emery qu'il commence de comparer à ses pendules le 12 avril 1795 et qui cesse presque aussitôt d'être mentionné. Delambre allait d'ailleurs partir bientôt pour les opérations de la Méridienne.

Un cercle entier de Borda (n° I) qui lui avait été remis « pour la mesure du Méridien ».

Observations.

Observations méridiennes. — Ces observations consistent surtout en pas-

---

([1]) Elle était portée par un cadre réglable à vis qui permettait de la remettre d'échappement quand elle venait à boîter. Delambre touchait très fréquemment à sa pendule pour lui faire marquer l'heure à très près; mais il faisait en même temps marcher le « compteur » pour s'assurer que la pendule n'avait pas modifié sa fraction de secondes.

sages observés à la lunette méridienne dont Delambre suivait attentivement les déviations.

Dès son installation au nouvel observatoire, il avait remarqué des mouvements en azimut de sa lunette méridienne et son échauffement considérable sous « la trappe de fer-blanc »; il la protège d'abord par une couverture; mais bientôt il s'aperçoit que ces changements tiennent aux mouvements des murs sous l'effet du Soleil, car il constate souvent que le matin, « au jour », il retrouve la lunette sur la « marque » telle qu'il l'avait placée la veille au soir.

Il remarque aussi que quelque temps après l'ouverture de la trappe, il se produit un petit mouvement de la lunette. Dans le jour le mouvement est progressif aussi et inverse de celui de la nuit.

L'inclinaison de l'axe de rotation varie progressivement aussi. Delambre ramène d'ailleurs à peu près toujours la lunette sur la mire, dans le méridien; mais quelquefois il évalue l'influence de la petite correction résiduelle sur le temps des passages; en somme c'est un acheminement vers la méthode actuelle où l'on touche très peu aux vis de réglage et où l'on calcule l'effet des constantes sur les temps des passages.

De tout cela on peut conclure que Delambre observe les passages avec le plus grand soin et avec toute la précision que comportent les moyens dont il dispose.

Ses observations méridiennes, faites parfois à 5 fils horaires, sont principalement relatives aux étoiles; en essayant de bien placer sa lunette méridienne de Lenoir, il s'aperçut que le catalogue de Lacaille, donné annuellement dans la *Connaissance des Temps*, ne s'accorde plus avec les positions véritables actuelles des étoiles et il se propose d'en rectifier les ascensions droites, en se basant sur les 36 fondamentales de Maskelyne.

Il me parut ensuite curieux, dit-il, de comparer les catalogues de Bradley et de Mayer au catalogue de Lacaille.

Peu après il étendit ce plan au catalogue zodiacal de Lacaille, à celui de Lemonnier, enfin à ceux de Flamsteed et d'Hévélius.

Souvent il calcule la déviation méridienne de sa lunette par la comparaison des étoiles zénithales à celles qui culminent à l'horizon Sud et il tient compte de la déviation trouvée au moyen de la table qu'il avait donnée à cet effet dans la *Connaissance des Temps* pour 1792.

Tout en observant ainsi les étoiles avec beaucoup d'ardeur (¹), Delambre

---

(¹) Il fait des séries de 60, 70 étoiles et même plus, durant de 6 à 8 heures consécutives.

ne négligeait pas l'observation méridienne des planètes et du Soleil; pour celui-ci il diaphragmait quelquefois l'objectif à 10 lignes, à 6 lignes.

Il se livra activement à ce travail depuis le milieu de 1789 jusqu'à l'époque de son départ pour la nouvelle mesure de la méridienne, en juin 1792; il le suspendit alors pour ne plus le reprendre qu'accidentellement, et ses observations sont demeurées inédites; il dit d'ailleurs lui-même (*Histoire de l'Astronomie au* XVIIIe *siècle*, p. 531) :

Toutes mes observations ne sont pas réduites à beaucoup près, et depuis je n'ai pas eu le loisir d'achever un travail que le grand catalogue de Piazzi a rendu parfaitement inutile.

On peut être d'un autre avis, ne fût-ce qu'en raison des petites étoiles qui accompagnaient les belles et dont il fixait la position relative en ascension droite par des passages et la différence de déclinaison en la comparant à l'intervalle d'un nombre connu de minutes d'arc.

Dans la suite son observatoire ne lui servit guère que pour les déterminations de latitude au cercle Borda et que nous avons indiquées déjà.

D'ailleurs peu à peu de nouvelles occupations ne lui permirent pas de continuer aussi activement ce travail méridien. Ainsi le 7 août 1790 et le 13 août 1791 il note dans son registre :

« Il fait le plus beau temps du monde, mais le travail immense autant que pressé que j'ai entrepris sur les satellites de ♃ m'empêche de veiller cet été.

» Le temps est superbe, mais il faut que je retourne aux satellites de Jupiter. Je n'ai plus que quinze jours pour terminer mon Mémoire. »

Observations extra-méridiennes, occasionnelles. — Ces observations, dont une partie paraît inédite, étaient les éclipses de Soleil, de Lune et des satellites de Jupiter, de nombreuses occultations par la Lune, etc. Il fit aussi trois observations équatoriales de la comète 1790 III, les 17, 19 et 20 mai; le 18, il avait tenté de l'observer à la lunette méridienne, mais elle était très difficile à voir.

Il essaye aussi d'observer la comète 1792 I le 28 décembre 1791, mais la faiblesse de son instrument ne lui permit que de l'apercevoir parce que « elle disparaissait lorsque les fils étaient tant soit peu éclairés ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le monomagnésien de l'acétylène.* Note [1]
de MM. V. **Grignard**, L. **Lapayre** et **Tchéou Faki**.

Malgré le grand intérêt qui s'attache au monomagnésien de l'acétylène, les diverses tentatives d'obtention effectuées jusqu'à présent n'ont donné que des résultats médiocres.

B. Oddo [2] signala le premier sa formation en faisant réagir l'acétylène sur C^6H^5MgBr. Jotsitch [3] en obtint davantage en faisant passer l'action de l'acétylène pendant la préparation du magnésien aliphatique initial (C^3H^5MgBr) et en continuant cette action pendant toute la durée de la réaction synthétique subséquente. Enfin, Salkind et Rosenfeld [4], reprenant la première partie de ce procédé avec C^6H^5MgBr, trouvèrent, par dosage, des résultats quantitatifs, mais l'application à une synthèse, avec l'acétophénone, ne leur donna qu'un rendement de 26 pour 100 en phénylbutinol.

Nous avons essayé nous-mêmes de vérifier la valeur de cette méthode. Dans des essais conduits sans précautions spéciales, nous avons obtenu : avec CO^2, 15 pour 100 d'acide propiolique; avec $n - C^4H^9Br$, à 80-90°, 29 pour 100 d'hexine vrai et à peu près autant de dibutylacétylène. Cependant, en préparant très soigneusement le C^6H^5MgBr, avec un excès de Mg et beaucoup d'éther, nous avons atteint, par la réaction précédente, 39 pour 100 d'hexine vrai et 30 pour 100 de décine symétrique.

Nous avons pensé qu'il serait possible d'accroître la proportion de monomagnésien en augmentant la concentration de l'acétylène, c'est-à-dire en opérant sous pression. Cette directive nous a conduits à deux séries d'expériences.

I. Nous avons d'abord conservé comme magnésien initial le dérivé bromobenzénique.

On chasse l'air de l'appareil habituel contenant le magnésium et un peu d'éther, puis on le met en charge d'acétylène, sous une pression d'une demi-atmosphère environ, avec dérivation sur l'ampoule à bromobenzène. La préparation du C^6H^5MgBr se poursuit régulièrement; cependant l'absorption de l'acétylène, rapide au début, se ralentit peu à peu et, pour 8g de Mg, l'absorption de la quantité théorique d'acétylène exige de 3 à 4 heures. Bien entendu, une partie de celui-ci peut être simplement en solution.

Si l'on carbonate ensuite, à la pression ordinaire, on n'obtient, après

---

[1] Séance du 17 septembre 1928.
[2] *Gazz. chim. ital.*, 34, 1904, p. 429; 38, 1908, p. 625.
[3] *J. Soc. ch. russe*, 38, 1906, p. 252.
[4] *Ber. d. ch. Ges.*, 57, 1924, p. 1690.

traitement, que 28 pour 100 d'acide propiolique et 13 pour 100 d'acide acétylène-dicarbonique.

Mais si, pendant la préparation du magnésien, on chauffe très légèrement, en même temps que l'on soumet l'appareil à une bonne agitation au moyen d'un agitateur spécial ([1]), la carbonatation donne 62 pour 100 d'acide propiolique et seulement 10 pour 100 d'acide acétylène-dicarbonique.

II. Pour la seconde série d'essais nous sommes partis d'un principe un peu différent. Les faits déjà observés permettent de supposer qu'au cours de la préparation, il se produit entre le monomagnésien et le dimagnésien de l'acétylène un équilibre, fonction de la pression du gaz, et qui pourra vraisemblablement être atteint en partant, soit d'un magnésien ordinaire décomposable par l'acétylène, soit du dimagnésien acétylénique lui-même.

Il suffit alors de partir, non d'un magnésien spécial comme précédemment, mais d'un magnésien banal réagissant facilement sur l'acétylène; c'est le cas du bromure d'éthylmagnésium.

Nous avons donc préparé, en partant de 6^g de magnésium, le dimagnésien de l'acétylène par barbotage, à refus, de ce gaz dans C^2H^5MgBr.

Après avoir chassé par ébullition l'acétylène en excès, on amène la solution à un volume déterminé par addition d'éther et, sur 1^{cm^3}, on dose, dans la burette de Bunte, l'acétylène fixé. On trouve ainsi que le rendement en dimagnésien est d'environ 95 pour 100.

Sur cette solution, nous avons fait réagir l'acétylène sous pression constante d'à peu près une demi-atmosphère et en agitant, et nous avons étudié l'influence de la température.

1° En remplaçant une partie de l'éther par 50^g de benzène, nous avons pu chauffer à 65°. La courbe d'absorption a une allure parabolique. Au bout de 4 heures, la liqueur contient environ 80 à 81 pour 100 de monomagnésien ([2]).

En ajoutant à cette préparation $0^{mol},25$ de bromure de benzyle et chauffant pendant quelques heures, on a obtenu 70 pour 100 de phénylpropine vrai (Éb. 71-73° sous 17^{mm}; $n_D^{23} = 1,53481$; $d_{28}^4 = 0,931$); 8 pour 100 de dibenzylacétylène (F. 80°) et 12 pour 100 d'acétylène dégagé à l'hydrolyse.

2° La réaction de l'acétylène a été effectuée en solution éthérée à 45°.

([1]) V. Grignard, *Bull. Soc. chim.*, 23, 1913, p. 952.

([2]) L'analyse est quelque peu imprécise car le benzène insolubilise partiellement les magnésiens acétyléniques et le prélèvement doit être, par suite, effectué sur la suspension.

L'absorption est plus rapide, au début, que dans le cas précédent; au bout de 50 minutes, elle est déjà de 70 pour 100 de la théorie. Il se produit alors un ralentissement assez brusque et, après 4 heures, on n'a atteint que 85 pour 100. On a alors carbonaté à saturation et obtenu ainsi, à côté de 5 pour 100 d'acétylène dégagé par l'hydrolyse, 78 pour 100 d'acide propiolique (Éb. 142-145° et 8 pour 100 d'acide acétylène-dicarbonique (F. 178-179°).

3° Un dernier essai a été réalisé à — 10°. L'absorption est rapide, et en trois quarts d'heure environ, on atteint la quantité théorique (combinaison et dissolution).

Pour étudier le rendement, nous avons fait réagir ici le bromure d'allyle dont on connaît la grande aptitude à ce genre de soudure ([1]). Nous avons obtenu l'allylacétylène, non encore décrit, avec un rendement de 75 pour 100, et, à côté, une faible portion 120-125° qui précipite abondamment le réactif argentique et qui est vraisemblablement l'allyl-3 allylacétylène (allyl-3 penténine-1-4).

L'allylacétylène présente les caractéristiques suivantes : Éb. 41-42°; $n_D^{22} = 1,3653$; $d_{22}^{22} = 0,777$.

On peut s'étonner que la réaction n'ait pas donné de diallylacétylène symétrique en quantité appréciable. Ceci tient, sans doute, au degré d'acidité du CH^2 central dans l'allylacétylène ([2]). Cet hydrocarbure est probablement capable de décomposer le dimagnésien acétylénique (mais pas le monomagnésien) pour donner

$$CH^2 = CH - CH(MgBr) - C \equiv CH,$$

qui engendre, à son tour, l'allyl-allylacétylène ([3]).

Avec le bromure de butyle normal, nous avons obtenu, de même, l'hexine vrai (Éb. 71-72°; $d_{17}^{4} = 0,720$; $n_D^{19} = 1,402$). Rendement 72 pour 100.

([1]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, **139**, 1904, p. 139, 481. — Ph. Barbier et V. Grignard, *Congrès de l'A. F. A. S.*, Grenoble, 1904, p. 470; *Bull. Soc. chim.*, **31**, 1904, p. 840.

([2]) Cette acidité des β-énines a déjà été signalée dans d'autres cas par MM. Grignard et Lapayre (Section lyonnaise de la Soc. chim., séance du 6 juillet 1928).

([3]) D'une communication privée, il résulte que M. R. Lespieau avait déjà fait étudier, dans son laboratoire, la synthèse de l'allylacétylène, par action des halogénures d'allyle sur le monosodé de l'acétylène, dans l'ammoniac liquide. Il a obtenu ainsi une faible quantité d'allylacétylène encore très impur (Éb. 60°), et comme produit principal, l'allyl-3 allylacétylène (Éb. 29°, sous 17^{mm}) avec un peu de diallyl-3-3 allylacétylène (Éb. 49° sous 17^{mm}). Le point d'ébullition du premier hydrocarbure lui paraissant trop élevé, M. Lespieau avait retardé la publication de ses résultats pour en poursuivre l'étude.

En résumé, la méthode que nous venons d'indiquer permet d'obtenir le monomagnésien de l'acétylène, en solution dans l'éther, avec un rendement de l'ordre de 80 pour 100 qui paraît être beaucoup plus fonction de la pression du gaz que de la température. On peut penser qu'en élevant la pression vers une atmosphère, la transformation du dimagnésien sera pratiquement complète.

Les applications que nous venons d'en faire et que nous nous proposons d'étendre montrent, dès à présent, que le monomagnésien de l'acétylène peut prendre place comme instrument de travail, à côté des meilleurs magnésiens déjà connus.

En particulier, il semble bien que la méthode de synthèse des hydrocarbures acétyléniques que nous venons d'indiquer se montrera dans la généralité des cas plus pratique et plus économique que les méthodes actuelles partant des aldéhydes ou des cétones.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Études analytiques sur la maturation des œufs de Batraciens*. Note [1] de M. **E. Bataillon**.

Les stéréomitoses mâles décrites antérieurement [2] sur les œufs immatures de Tritons posaient divers problèmes :

1° Les phénomènes relevés dans des croisements se présenteraient-ils dans la fécondation pure ?

2° Le bromure ajouté au sperme n'est-il pas responsable de ces anomalies ?

3° Les mêmes faits s'observeraient-ils chez les Anoures ?

Tenons-nous-en à une seule opération qui répond à toutes les questions ci-dessus. Elle comporte trois fécondations faites sur le même stock d'*Hyla* : la moitié des œufs tout au plus sont descendus.

Un lot est imprégné au sperme de *Rana fusca* bromuré, un deuxième au sperme de l'espèce également bromuré, un troisième au sperme d'*Hyla* à l'eau. Nulle part les œufs ne s'orientent, aucun clivage n'apparaît, même au quatrième jour ; mais partout, au bout de 1 heure, les traces des spermies sont bien marquées, leur nombre varie de 3 à 10 ou 12 par œuf. A partir de la troisième heure, on trouve dans tous les lots, en particulier dans le troisième (à l'eau pure), les mêmes mitoses mâles anastrales qui ont été

---

(1) Séance du 17 septembre 1928.

(2) E. Bataillon, *La destinée des noyaux mâles dans la fécondation croisée des œufs immatures de Triton* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 998).

vues chez le triton. Elles sont normales à la périphérie et en nombre égal à celui des spermies. Après 17 heures et même 42 heures, elles sont dilatées et leurs chromosomes moins colorables. Il arrive que plusieurs de ces noyaux mâles s'unissent pour constituer des figures pluripolaires sans radiation. Mais, même au bout de 42 heures, on peut rencontrer le monaster : ici, il est très rare. Il sera établi que les fuseaux mâles sont précédés d'un cycle astérien réduit qui peut se trouver figé d'emblée. Chaque œuf présente, en plus des stéréomitoses spermatiques, soit la première cinèse polaire, soit la seconde avec le premier globule à son voisinage.

Donc, les phénomènes décrits chez les Urodèles se retrouvent identiques chez les Anoures, dans la fécondation pure comme dans les croisements, et indépendamment de l'emploi du bromure.

Mais nos observations et expériences sur les œufs d'Urodèles prouvent que l'équilibre de l'œuf n'est point établi quand ce stade d'inertie est franchi. Déjà en 1905 (1), j'avais étudié certains stocks de *Rana fusca* incomplètement descendus avec lesquels fourmillaient les développements anormaux : gastrulations équatoriales, hernies vitellines, asyntaxies plus ou moins étendues sur l'axe nerveux, etc.

La période de maturation, dilatée cette année par la persistance du froid m'a permis de relever, du 19 mars au 15 avril, les mêmes troubles dans l'évolution des Urodèles, et même des anomalies plus tardives, intéressantes par les essais de correction expérimentale auxquelles elles se sont prêtées. Il s'agit surtout de fécondation pure et de croisements effectués sur les œufs de *Molge marmorata*.

L'imprégnation au sperme de *M. cristata* a fourni couramment des résultats bien meilleurs que celle au sperme de l'espèce.

Cette hybridation, tentée le 19 *mars* sur 134 œufs, donnait 83 clivages dans le délai normal. Mais l'évolution fut souvent bloquée sur des stéréoblastulas et des gastrulations troublées, reproduisant le tableau connu chez les Anoures. Sur 35 embryons ayant franchi la période critique, 17 ont fourni des larves vigoureuses. Les 18 autres ont différencié leurs bourrelets nerveux après un temps double (8 jours au lieu de 4). Turgides en arrière et n'arrivant pas à développer le bourgeon caudal, ils ont éclos prématurément et se sont désagrégés dans les 24 heures.

Mêmes troubles aggravés dans la fécondation pure, où un seul embryon atteignait tardivement la neurula et périclitait encore après éclosion prématurée.

Les œufs fécondés au sperme de *M. alpestris* se clivaient en nombre appréciable sans dépasser le stade blastulaire; et le même fait se reproduisait dans plusieurs essais.

---

(1) E. Bataillon, *Nouvelles études sur l'équilibre physique des œufs d'Amphibiens au cours de la maturation* (*Arch. de Zool. expér.*, 3, 1905, Notes et Revue, n° 9, p CCXVII-CCVXX).

La forme des anomalies rappelant strictement les effets de la chaleur et des solutions plasmolysantes sur les œufs mûrs d'Anoures, et *tous les stades d'arrêt* accusant une *turgescence extrême*, l'idée m'est venue de combattre, si possible, cette turgescence par une solution saline faible (mélange $NaCl + KCl + CaCl^2$ aux proportions connues pour l'eau de mer, mais dilué à 2 ou 3 pour 1000, valeur en NaCl). Seules ces deux concentrations furent utilisées, le matériel ne remplissant point la condition d'abondance voulue pour une étude systématique.

Mon premier objectif fut de tirer les larves d'une combinaison comme *M. marmorata* ♀ × *M. alpestris* ♂, qui n'en donnait pas.

En deux opérations successives (11 avril et 12 avril), le développement dans la solution à 3 pour 1000 aboutissait à neuf éclosions après 16 ou 17 jours (délai habituel).

Ces expériences avaient porté sur une centaine d'œufs dont la moitié restaient à l'eau comme témoins.

Une trentaine de clivages s'étaient répartis également sur les deux milieux.

Voici deux indications essentielles : 1° la neurula ne fut atteinte par aucune ébauche à l'eau ; 2° *les neurulas au sel étaient bien différenciées au 4ᵉ jour* (*délai normal*).

Or, une *centaine de gastrulas* fournies par deux opérations du même jour, sur le même stock d'individus (fécondation pure et croisement *M. marmor.* ♀ × *M. cristata* ♂), n'arrivaient au même stade que bien plus tard (8 jours pour le croisement, 9 ou 10 jours pour la fécondation normale).

Il semble bien que nos larves hybrides de *marmorata* et d'*alpestris* (exclusivement obtenues du reste par ce procédé) aient bénéficié du traitement.

Mais, d'après les opérations antérieures, les neurulas tardives issues de l'imprégnation pure et de la combinaison *marmorata* × *cristata* laissaient peu d'espoir. Du reste au 18ᵉ jour, les meilleures ébauches, turgides et sans bourgeon caudal, paraissaient définitivement compromises.

Le 11ᵉ jour, nous immergeons les plus retardataires dans la solution : 35 *hybrides* dont 17 éclosent après 28 ou 30 jours, 22 pures dont 11 éclosent après 30 ou 32 jours.

Le sauvetage est encore tenté le 18ᵉ jour : 1 hybride sur 4 reprend son évolution. Les ébauches pures ne donnent plus rien. Des embryons à l'eau les mieux conformés en apparence, aucune larve n'est sortie.

Conclusions. — L'immaturité entraîne la polyspermie chez les œufs d'Anoures normalement monospermiques.

Elle commande d'abord, chez ces œufs réfractaires à l'activation, les mêmes stéréomitoses que chez les œufs d'Urodèles.

Mais, en poussant plus loin l'étude des œufs de Triton, on s'assure une fois de plus que, même sur un matériel apte à la monospermie et au clivage régulier, il peut rester une marge d'immaturité entraînant toute la série des anomalies classiques avec une turgescence extrême à tous les stades d'arrêt.

Une faible concentration saline a permis de combattre cette turgescence, de tirer des larves viables d'un croisement qui n'en donnait pas, de mener à l'éclosion des neurulas péniblement constituées dans l'eau après un délai double au même *quadruple* du temps normal (16 *jours* dans un croisement sur les œufs d'*alpestris*).

On peut penser que le titre de la solution, adopté au hasard, n'a été efficace qu'à un degré faible d'immaturité et sur les ébauches capables d'engager la gastrulation. L'action régulatrice est *difficilement contestable* malgré l'aléa de telles opérations. Ma conviction est que les 18 embryons hybrides perdus dans l'opération du 19 mars pouvaient être sauvés par cette technique. *Il est certain* que le traitement peut relever et accélérer considérablement l'évolution languissante.

Tous ces faits d'observation et d'expérience appuient l'*idée d'une hypertension osmotique des œufs immatures*, que j'ai adoptée comme hypothèse de travail il y a plus de 25 ans.

En présentant le Mémoire qu'il vient de publier en collaboration avec M. **J.-L. Dantan**, M. **Ch. Gravier** s'exprime ainsi :

Notre travail intitulé : *Pêches nocturnes à la lumière dans la baie d'Alger. I. Annélides Polychètes* (*Ann. Inst. océanogr.*, nouv. série, t. V, fasc. I, 1928, p. 1-185, 101 fig.) résume les résultats de quatre années d'études assidues portant sur une partie des copieux matériaux récoltés de nuit, à la lanterne, dans des pêches que nous avons pratiquées à toutes les époques de l'année, de 1923 à 1927 inclus. Ces recherches ont été entreprises surtout pour étudier la relation possible, bien des fois soupçonnée, entre certaines phases lunaires et les périodes de maturité sexuelle des Annélides Polychètes. Ces animaux habitent, en général, le fond de la mer, mais montent à la surface pour y évacuer leurs cellules reproductrices. Nous avons étudié ensemble, d'une façon aussi approfondie que possible, le matériel recueilli; grâce à cette étude et aux observations faites sur place par M. J.-L. Dantan, nous avons pu, en outre, élucider quelques points demeurés jusqu'ici obscurs dans la biologie de ces Vers, dont l'organisation a servi de thème à tant de spéculations phylogéniques.

CORRESPONDANCE.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Ordre de mesure et dimension des ensembles fermés.* Note de M. **Georges Bouligand.**

1. Soient E un ensemble fermé et borné de points du plan euclidien; $f(\rho)$ la mesure superficielle de l'ensemble des points dont la distance à E est $\leq \rho$. Je dirai que l'*ordre de mesure* de E est $\leq 2 - \alpha$ si $\rho^{-\alpha} f(\rho)$ reste borné (quand $\rho \to 0$); qu'il est globalement $\geq 2 - \beta$ si $\rho^{\beta} : f(\rho)$ reste borné; qu'il est partout $\geq 2 - \beta$, si chaque sous-ensemble, formé des points de E non extérieurs à quelque cercle centré sur E, est globalement d'ordre $\geq 2 - \beta$. Je substitue donc la locution *ordre de mesure* à celle *d'ordre dimensionnel* que j'avais employée antérieurement [1], préférant réserver le terme de *dimension* à la Topologie pure, conformément aux conventions adoptées par M. Fréchet dans la première partie de ses *Leçons sur les espaces abstraits* [2]; l'ordre de mesure ainsi introduit est un invariant relatif à la Topologie restreinte du premier ordre et c'est lui qui fournit des critères pour la détermination des ensembles impropres dans les problèmes sur l'extremum des intégrales multiples [3].

Soit un carré contenant E, et dont le côté sera pris pour unité; divisons-le en N parties égales, ce qui donne N^2 carrés égaux. Appelons *mailles vides* ceux de ces carrés qui ne contiennent ni intérieurement, ni périphériquement, de points de E, *mailles utiles* les autres. L'aire totale des mailles utiles est une fonction de $\rho = N^{-1}$, comprise entre le neuvième et le double de $f(\rho)$. On peut donc la substituer à $F(\rho)$ pour délimiter l'ordre de mesure.

2. Nous allons donner divers résultats dont la démonstration, fondée sur l'approximation de E par les systèmes emboîtés de mailles utiles prélevées sur des réseaux indéfiniment subdivisés, fait appel au théorème de P. Du Bois Reymond sur les suites de fonctions croissantes. Pour simplifier, nous

---

(1) *Dimension, étendue, densité* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 245).

(2) Gauthier-Villars, Paris, 1928, p. 1 et suiv.

(3) Voir Bouligand, *Nombre dimensionnel et ensembles impropres* (*Ens. math.*, 26e année, 1927, p. 240-260).

nous bornerons à comparer l'ordre de mesure de E aux nombres réels positifs; c'est-à-dire aux exposants de croissance d'une échelle de fonctions ρ^{α}. Mais on aurait, pour une échelle plus nuancée [telle $\rho^{\alpha}(\log \rho)^{\beta}$], mêmes résultats.

Soit C la classe des homéomorphes de E. Quel que soit $\varepsilon > 0$, on peut trouver dans C des ensembles dont l'ordre de mesure surpasse partout $2 - \varepsilon$. En outre, si E est sans point intérieur, mais comprend au moins un continu, il n'y a dans C aucun ensemble d'ordre de mesure < 1, mais il y a dans C des ensembles d'ordre de mesure $\leqq 1 + \varepsilon$. Le minimum un n'est effectivement atteint que pour une catégorie d'ensembles d'où sont exclus notamment les *continus oscillants* (c'est-à-dire présentant des points où l'oscillation de Zalcwasser est $\neq 0$; exemple : courbe $y = \sin x^{-1}$, continus indécomposables de Brouwer, Janiszewski et Knaster). Enfin, si E est punctiforme, C contient des ensembles dont l'ordre de mesure est $< \varepsilon$. Le minimum zéro n'est atteint que pour certains ensembles dénombrables [1].

3. On peut généraliser. Dans l'espace à 3 dimensions, il faudra distinguer : les ensembles sans point intérieur pouvant scinder le volume d'une sphère convenablement choisie; les ensembles qui, sans être complètement discontinus, ne peuvent scinder aucune sphère; enfin, les ensembles punctiformes. Les entiers 2, 1, 0 sont respectivement les limites inférieures des ordres de mesure pour ces diverses classes.

4. On est ainsi conduit à une nouvelle conception de la dimension, en Topologie des espaces euclidiens. La dimension d'un ensemble fermé E, pris globalement, est la limite inférieure des ordres de mesure des homéomorphes de E. La dimension est *de la forme* p, en appelant p un entier, lorsque la classe C contient un ensemble dont l'ordre de mesure égale p; sinon, la dimension est *de la forme* p^{+}. Par exemple, dans le plan, un arc simple de Jordan est de dimension 1, une courbe cantorienne oscillante est de dimension 1^{+}. Cette théorie, comme celle de M. Fréchet, fait de la dimension un invariant topologique, plus grand pour le tout que pour la partie (ou sinon égal), et soumis à la loi d'addition par composition spatiale. L'exemple précédent accuse cependant une divergence. Quoi qu'il en soit, notre méthode explique pourquoi, en Topologie pure, on s'en est tenu en général aux nombres *entiers* de dimension.

---

(1) La possibilité ou non-possibilité d'un minimum effectif est envisagée pour des échelles arbitrairement nuancées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Unicité des fonctions harmoniques.* Note [1] de M. O. D. KELLOGG, transmise par M. Hadamard.

Étant donnés un domaine T quelconque, et des valeurs périphériques continues, on connaît diverses méthodes pour leur faire correspondre une fonction bornée, harmonique dans T, et prenant les valeurs données en chaque point régulier de la frontière.

N'y a-t-il qu'une seule telle fonction?

J'ai soulevé cette question il y a quelques années [2] en indiquant que l'unicité serait établie si l'on réussissait à démontrer le lemme suivant :

Si un ensemble de points est fermé, borné et de capacité positive, il contient au moins un point régulier [3].

Grâce à un résultat de M. P. Vasilesco [4], nous sommes en mesure d'établir ce lemme dans le cas de deux dimensions.

En effet, M. Vasilesco montre que s'il existe un ensemble fermé, borné, de capacité positive, il existe aussi un ensemble E dont le potentiel conducteur a, en chaque point de E, la limite supérieure 1, et une limite inférieure, inférieure à une constante λ, $0 < \lambda < 1$.

Soit v le potentiel conducteur de E. Alors si $\lambda < \mu < 1$, l'ensemble ouvert $v > \mu$ a tous les points de E sur sa frontière. Soit ω un des sous-ensembles connexes de $v > \mu$. Le domaine ω', qui consiste en points formant le complémentaire de ω dans un cercle assez grand, n'a que des points frontières réguliers, puisqu'il est de connexion finie et sans points frontières isolés.

Alors, si l'on résout le problème de Dirichlet pour ω' avec les valeurs périphériques μ sur la frontière commune avec ω, et une valeur constante assez petite sur le cercle, la solution u prendra la valeur μ aux points de ω, et sera dominée par v. Par conséquent, la limite inférieure de v en un point E ne peut pas être plus petite que μ.

On a ainsi une contradiction, et l'ensemble E n'existe pas.

Le lemme est donc établi dans le cas de deux dimensions.

---

[1] Séance du 17 septembre 1928.

[2] *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **12**, 1926, p. 405-406.

[3] Voir *Acta Universitatis*, Szeged, **4**, 1928, p. 1.

[4] Voir son Mémoire qui paraîtra dans le *Journal des Mathématiques pures et appliquées*, consacré à MM. Appell et Picard.

Le théorème d'unicité s'ensuit dans le même cas. M. Vasilesco a indiqué dans le Mémoire cité plusieurs autres conséquences intéressantes de ce lemme.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle méthode pour mesurer la parallaxe solaire.* Note (1) de M. **Luis Rodes**, transmise par M. Ch. Lallemand.

Cette méthode est basée, d'une part, sur les mesures de vitesses radiales de rotation de l'équateur solaire, et, d'autre part, sur les observations de points de repère sur la surface de l'astre, donnant la période de la rotation complète. On a :

Diamètre du Soleil (*en km*) $= \frac{1}{\pi}$ [Vitesse radiale (*en km/sec*) $\times$ Période (*en sec*)].

Partant des dimensions admises pour le Soleil, plusieurs auteurs ont utilisé la vitesse angulaire des repères de la surface pour contrôler les vitesses spectroscopiques, mais, inversement, il n'a pas encore été fait de détermination des dimensions du Soleil en combinant les résultats des deux groupes d'observations.

La vitesse de rotation des points de la surface du Soleil variant avec leur latitude, et pouvant changer avec le cycle d'activité, il faut, dans ce calcul, employer des données homogènes à ces deux points de vue. Nous avons donc cherché à déterminer la circonférence équatoriale du Soleil en utilisant les observations de vitesse radiale et de repères superficiels faites pendant la période (25 ans) de 1889 à 1913.

La valeur adoptée pour la vitesse radiale à l'équateur, $2{,}0358^{\text{km}}$ par seconde, résulte de la discussion des observations de N. C. Duner, J. Halm, W.-S. Adams, J.-S. Plasket, R.-E. de Lury et H.-H. Plasket.

Pour les années où les observations manquent, nous nous sommes servi de la moyenne des observations de l'année précédente, et nous avons affecté cette moyenne d'un poids proportionnel au nombre des années auxquelles elle a été appliquée, ce qui se justifie par la possibilité d'une variation avec le cycle d'activité.

Lorsque, pour la même année, il y avait des valeurs différentes, nous avons adopté leur moyenne.

La période moyenne ($24{,}842 \pm 0{,}011$) jours, pour la rotation solaire à

(1) Séance du 17 septembre 1928.

l'équateur, pendant la période 1889-1913, est basée sur les observations de E.-W. et A.-S.-D. Maunder (*sunspots*), Stanislas Chevalier (*faculæ*), J.-E. Hale et Fox (*calcium floculi*), Hale (*hydrogen filaments*) et Greenwich (*cycles* II and III of *sunspots*). A chacune des valeurs correspondantes nous avons donné un poids proportionnel au nombre d'années sur lequel s'étendaient les observations; de plus, ici comme pour les vitesses radiales, les résultats d'observations directes ont été préférés à ceux provenant d'interpolations.

La combinaison des deux valeurs ci-dessus donne, pour le diamètre solaire,

$$D = \frac{20\,358^{\mathrm{km}} \times 24,842 \times 24 \times 3600}{\pi} = 1\,390\,857^{\mathrm{km}}.$$

De cette valeur du diamètre, si l'on adopte, pour le diamètre apparent moyen α, la grandeur $31'50'',26$, donnée par Auwers, on déduit pour la distance moyenne du Soleil :

$$\frac{D}{2\tan\frac{\alpha}{2}} = 149\,476\,747^{\mathrm{km}},$$

valeur très voisine de celles obtenues par des voies différentes : trigonométrique, astrophysique ou gravimétrique.

Avec la méthode proposée ici, on a l'avantage de déterminer les dimensions et la distance du Soleil en n'observant que sa surface. Il est vrai que, dans la réduction à la période sidérale, la vitesse de la Terre sur son orbite intervient; mais on aboutirait aux mêmes résultats si l'on adoptait la période synodique pour les taches et pour les déterminations directes de la vitesse radiale.

Si l'on adopte, pour le rayon terrestre, la valeur de Hayford, soit $6\,378\,388^{\mathrm{km}}$, on trouve, pour la parallaxe solaire :

$$\pi_\alpha = 8'',8015.$$

La vitesse de la lumière étant bien connue, la précision de la méthode dépend de l'exactitude des trois facteurs : vitesse radiale de rotation du Soleil, durée de la période, et diamètre apparent.

L'erreur probable de cette dernière quantité est $\pm 0'',01$, soit à peu près $\frac{1}{200\,000}$ de sa valeur; elle n'affecterait que de $0'',00005$ la valeur de la parallaxe. L'erreur probable de la période est de $\pm 0,011$ jour, soit un peu moins de $\frac{1}{2000}$ de sa valeur; elle ne changerait que de $0'',004$ la parallaxe.

La précision du résultat n'est donc limitée que par celle des mesures de la vitesse radiale. Comme on a de bonnes raisons de croire que cette vitesse est variable, on ne peut traiter les résidus par la méthode ordinaire pour arriver à l'erreur probable de la moyenne; mais, considérant l'erreur probable des différents groupes d'observations, le résultat ci-dessus, pensons-nous, doit être exact à moins de $\frac{1}{1000}$ de sa valeur.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les propriétés géométriques des diagrammes relatifs aux vapeurs saturées.* Note de M. G. **Bruhat**, transmise par M. A. Cotton.

Les physiciens représentent l'ensemble des divers états d'un fluide par le réseau de ces isothermes, tracé avec les coordonnées p, v (*diagramme de Clapeyron*). Les techniciens préfèrent employer un diagramme dans lequel les transformations isothermes et les transformations adiabatiques sont représentées par des droites parallèles aux axes de coordonnées : le principe de Carnot exprime la possibilité d'y choisir des coordonnées telles que l'aire d'un cycle fermé y représente encore le travail, les coordonnées définies par cette condition étant la température thermodynamique T et l'entropie S. Ils représentent sur le *diagramme entropique* l'ensemble des états du fluide en y traçant le réseau des isobares, dont l'aspect rappelle de très près l'aspect du réseau des isothermes sur le diagramme de Clapeyron.

Si la pression est inférieure à la pression critique, l'isobare est interrompue par le palier de liquéfaction; si d'ailleurs, considérant les états métastables, on trace l'isobare entière du fluide homogène, il est facile de montrer que la droite de liquéfaction y définit deux boucles d'aires égales. L'ensemble des paliers de liquéfaction définit la courbe de saturation, et l'isobare critique présente, au point critique, un point d'inflexion à tangente horizontale. On peut dire que ces deux dernières courbes partagent le plan en quatre régions; partant du fait qu'à une pression quelconque le fluide est certainement liquide si la température est assez basse, on distinguera, au-dessous de l'isobare critique, les régions du liquide, du mélange liquide-gaz et du gaz, et, au-dessus de l'isobare critique, la région du liquide non vaporisable par élévation de température.

On remarquera que les limites de ces diverses régions ne coïncident pas avec celles que l'on définit d'habitude sur le diagramme de Clapeyron; en particulier, *on est amené à considérer le fluide qui se trouve à une pression et*

à une température supérieures à la pression et à la température critiques comme un liquide et non comme un gaz. Ce mode de langage permet, par exemple, d'interpréter facilement la continuation de la courbe de fusion au-dessus de la température critique ([1]); il se rapproche de celui qu'emploie Jeans lorsqu'il considère que les étoiles se trouvent à l'état liquide ([2]).

Pour obtenir, sur le diagramme de Clapeyron, la représentation de l'ensemble des propriétés calorimétriques du fluide, les physiciens le complètent par le tracé du réseau des adiabatiques. De même, pour obtenir sur le diagramme entropique la représentation complète des propriétés mécaniques, les techniciens le complètent par le tracé du réseau des isochores. Dans la région du mélange de liquide et de gaz, ces courbes forment un faisceau qui va en s'épanouissant à mesure que la température s'élève, et leurs propriétés géométriques présentent les plus grandes analogies avec celles des adiabatiques du diagramme de Clapeyron, qui ont été établies par M. Raveau ([3]). J'étudierai ces propriétés dans un autre Recueil; je me contenterai ici de donner quelques résultats relatifs à la *réfraction des isochores* à la traversée de la courbe de saturation.

L'existence et le sens de cette réfraction se déduisent immédiatement des lois du déplacement de l'équilibre. Un raisonnement géométrique, analogue à celui qu'a donné M. Raveau pour la réfraction des adiabatiques ([4]), permet d'établir la relation qui existe, en un point de la branche vapeur de la courbe de saturation, entre les angles α et β que font avec l'axe des entropies les isochores du mélange et du gaz.

Pour montrer l'analogie des résultats, j'écris cette relation à côté de celle ([5]) qui existe entre les angles α' et β' que font avec l'axe des volumes les deux adiabatiques du diagramme de Clapeyron ([6]),

$$\cot\beta - \cot\alpha = \frac{1}{J}\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T\left(\frac{dv}{dT}\right)^2, \qquad \cot\beta' - \cot\alpha' = J\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_p\left(\frac{dS}{dp}\right)^2.$$

La première formule peut servir à passer, par une construction géomé-

---

([1]) Bridgman, *Physical Review*, 3, 1914, p. 153.

([2]) Jeans, *Monthly Notices*, 87, 1927, p. 400.

([3]) Raveau, *Journal de Physique*, 1, 1892, p. 461.

([4]) Raveau, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 235.

([5]) Bruhat, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 162.

([6]) Dans ces formules, comme dans les suivantes, les dérivées partielles sont relatives à la vapeur sèche, tandis que les dérivées totales sont prises le long de la branche vapeur de la courbe de saturation.

trique, de l'isochore du gaz à celle du mélange, les quantités qui figurent dans le second membre étant prises sur le réseau d'isothermes du diagramme de Clapeyron. Mais ce passage peut être effectué plus simplement si l'on utilise pour la construction la courbe de saturation et l'isobare de la vapeur sèche. Soient en effet MS, MP, MV et MV′ les tangentes en un point M de la courbe de saturation à cette courbe, à l'isobare du gaz et aux isochores du mélange et du gaz, les quatre points S, P, V et V′ étant pris sur une même droite parallèle à l'axe des entropies : le calcul montre que *le segment* V′S *est moyenne proportionnelle entre les segments* V′P et V′V, propriété qui fournit une construction immédiate du point V à partir des trois autres. Il existe d'ailleurs sur le diagramme de Clapeyron une relation analogue entre les segments découpés sur une parallèle à l'axe des volumes par les tangentes MS, MI, MA et MA′ à la courbe de saturation, à l'isotherme du gaz et aux adiabatiques du mélange et du gaz. Les relations relatives aux deux diagrammes peuvent s'écrire sous les formes parfaitement semblables

$$\frac{\mathrm{V'V}}{\mathrm{V'S}} = \frac{\mathrm{V'S}}{\mathrm{V'P}} = \frac{\dfrac{dv}{d\mathrm{T}}}{\left(\dfrac{\partial v}{\partial \mathrm{T}}\right)_p}, \qquad \frac{\mathrm{A'A}}{\mathrm{A'S}} = \frac{\mathrm{A'S}}{\mathrm{A'I}} = \frac{\dfrac{d\mathrm{S}}{dp}}{\left(\dfrac{\partial \mathrm{S}}{\partial p}\right)_\mathrm{T}}.$$

PHYSIQUE. — *Sur l'état dit « Sama-Zustand »* (¹).
Note (²) de M. **Erik-A. Holm**, transmise par M. M. Brillouin.

Von Dallwitz-Wegner (³) admet que la pesanteur est susceptible de déterminer, au sein d'un corps solide, liquide ou gazeux, un gradient thermique ascendant; il désigne sous le nom de *Sama-Zustand* cet état particulier de la matière, caractérisé par la production de ce gradient thermique,

(¹) Cf. E.-A. Holm, *Arkiv f. mat., astr. o. fys.*, 19 A, n° 34 (Stockholm, 1926), p. 1-19, 20 A, n° 1 (Stockholm, 1927), p. 1-88. On trouvera dans ce dernier Mémoire la description détaillée des appareils, et tous les résultats des mesures.

(²) Séance du 10 septembre 1928.

(³) R. von Dallwitz-Wegner, *Zeitschr. f. Phys.*, 15, 1923, p. 280; 17, 1923, p. 82. La même opinion a été émise par divers auteurs tels que J. Loschmidt, *Wien. Ber.*, 73, II, 1876, p. 128 et 366; 75, II, 1877, p. 287; 76, II, 1877, p. 209, mais elle a été à plusieurs reprises contestée, notamment par L. Boltzmann, *Wien. Ber.*, 74, II, 1876, p. 503; 78, II, 1878, p. 22 et suiv.; *Wiss. Abh.*, 2, p. 55, 264 et suiv. (Leipzig, 1909), et P. Ehrenfest, *Zeitschr. f. Phys.*, 17, 1923, p. 421.

inutilisable dans le sens précité pour la conductibilité thermique. D'après Gehrcke (1) et Anderson (2), cet état pourrait se manifester dans des gaz fortement raréfiés, conclusion que l'on peut également tirer de mes propres recherches (3).

Si cet état existe réellement, on devra trouver, dans un vase présentant dans toutes ses parties une température uniforme et renfermant un gaz suffisamment raréfié, une pression de haut en bas que l'on peut, jusqu'à nouvel ordre, désigner sous la dénomination de *pression gravimoléculaire*. Cette pression doit pouvoir être mise en évidence à l'aide d'une lame ou d'une plaque, orientée aussi exactement que possible perpendiculairement à la direction de la pression et fixée, par exemple, à l'un des bras d'une balance suffisamment sensible.

Au cours de l'automne 1923, j'ai tenté de mesurer, par ce procédé, la pression gravimoléculaire dans l'air et dans l'acide carbonique raréfiés à 2.10^{-4}-15.10^{-4} mm de mercure; dans ces expériences, j'ai eu recours, comme gaz étalon ou gaz zéro, à l'hydrogène sous même pression. Le vase renfermant le gaz consistait en un tube de laiton d'environ 6^{cm} de diamètre intérieur et de 80^{cm} de longueur intérieure, mobile autour d'un axe horizontal passant par le milieu du tube et perpendiculaire à son axe longitudinal. La lame exposée à la pression gravimoléculaire consistait en un disque de 4^{cm} de diamètre, découpé dans une feuille d'aluminium de $0^{cm},001$ d'épaisseur; ce disque était orienté dans un sens approximativement horizontal et était en outre placé de telle sorte que son centre se trouvait dans le voisinage immédiat du point médian du tube mobile.

La balance de précision, du même modèle que la microbalance de Pettersson-Strömberg (4), est, comme celle-ci, de quartz fondu; sa déviation, lisible à l'aide d'un miroir, d'une échelle et d'une fente lumineuse, est déterminée pour les deux positions verticale et horizontale du tube (aussi avec celui-ci tourné de 180°), après quoi, on soustrait la seconde valeur de la première. Si l'on désigne par D_G la différence des deux déviations observées dans les gaz envisagés (air ou acide carbonique) et par D_H la même différence pour l'hydrogène (à pression égale), on calcule alors la différence $D_G - D_H$. Si l'on admet l'existence d'une pression gravimoléculaire sur le disque, on peut poser *a priori* que cette pression est plus forte pour la position verticale du tube que pour sa position horizontale et, de plus, qu'elle est plus forte dans

(1) E. Gehrcke, *Phys. u. Erkenntnistheorie*, p. 111 (Leipzig, 1921). Cf. *Zeitschr. f. Phys.*, 19, 1923, p. 67.

(2) W. Anderson, *Zeitschr. f. Phys.*, 17, 1923, p. 252.

(3) E.-A. Holm, *Ann. d. Phys.*, 4e série, 48, 1915, p. 495, 496.

(4) H. Pettersson, *A new microbalance and its use* (*Thèse de doctorat*, Stockholm, 1911). — R. Strömberg, *Ann. d. Phys.*, 4e série, 47, 1915, p. 939; *Adsorptionsmessungen mit einer verbesserten Mikrowage* (*Thèse de doctorat*); *Vet. Akad. Handl.*, 3e série, 6, no 2 (Stockholm, 1928).

le premier gaz, plus lourd, que dans l'hydrogène, plus léger; on devra donc obtenir $D_G - D_H$ une valeur différente de zéro et correspondant à un déplacement vers le bas du disque. Parmi les valeurs mesurées de $D_G - D_H$, au nombre de 7, et correspondant aux pressions approximatives de 2, 5, 8 et 15.10^{-4} mm pour l'air et de 2, 8 et 15.10^{-4} mm pour l'acide carbonique, 5 se trouvaient en dehors des limites de l'erreur fortuite moyenne, et chacune de ces valeurs indiquait un tel déplacement du disque.

La pression gravimoléculaire ainsi constatée paraît incontestablement augmenter avec la pression du gaz, à une allure toutefois moins rapide qu'à l'état d'extrême raréfaction de ce gaz, état pour lequel on peut admettre une proportionnalité directe entre ces deux pressions. (Il convient de noter que le tube de laiton renfermait, outre le gaz objet de l'expérience, une vapeur inconnue dont la pression était $\leqq 6.10^{-4}$ mm.)

Dans l'hypothèse que toutes les molécules gazeuses sont animées de la même rapidité (sans direction systématisée), on avait calculé pour $D_G - D_H$ une valeur qui peut certainement être considérée comme un maximum. Il se trouva que les valeurs mesurées de $D_G - D_H$ atteignaient au plus 25 pour 100 de ce maximum; ce fait peut être considéré comme une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion d'après laquelle les valeurs mesurées proviennent d'une pression gravimoléculaire à l'intérieur du tube. En se basant sur ces valeurs exprimées en pourcentage de la valeur maximum, on a procédé enfin à l'évaluation du gradient thermique qui est l'expression du « Sama-Zustand »; on obtient ainsi les valeurs de 25, 15, 13 et -1.10^{-6} degré/cm pour des pressions atteignant respectivement 1,9, 5,1, 7,8 et $14,6.10^{-4}$ mm pour l'air et les valeurs de 12,7 et 13.10^{-6} degré/cm pour des pressions atteignant respectivement 2,1.., 8,2.. et $14,5.10^{-4}$ mm pour l'acide carbonique. En moyenne, pour les deux gaz, ces valeurs décroissent quand la pression croît.

En ce qui concerne la question de savoir si les résultats obtenus ne seraient pas simplement attribuables à l'existence, à l'intérieur du tube, d'une pression thermomoléculaire [1], il résulte des recherches faites à cet égard que, pour trois raisons différentes, cette explication paraît peu vraisemblable.

J'espère pouvoir communiquer ultérieurement le résultat des recherches analogues, faites en 1923 dans les mêmes conditions, sur la pression gravi-

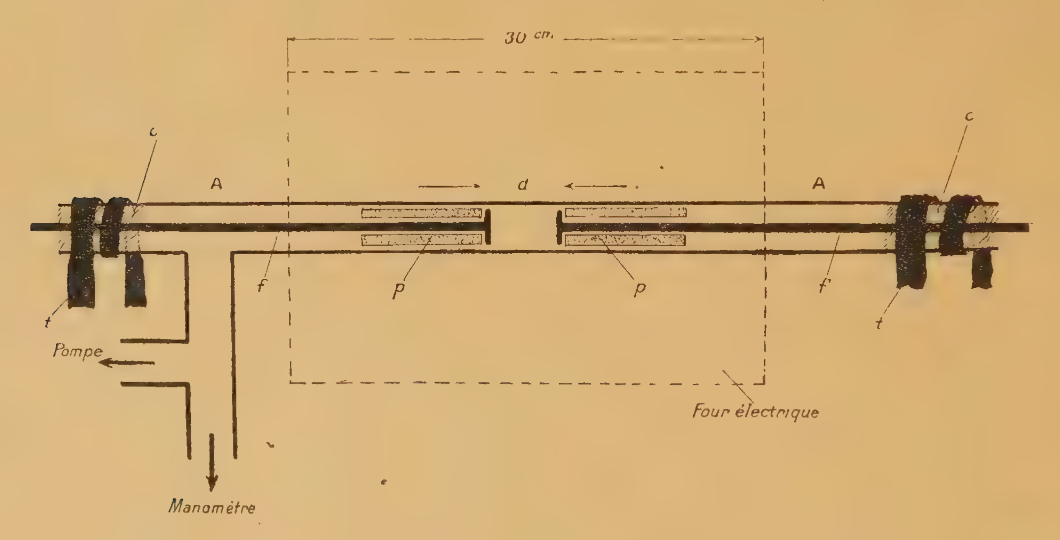
---

(1) Cf. M. Knudsen, *Ann. d. Phys.*, 4e série, 31, 1910, p. 209; *Lærebog i Fys.*, p. 170 (Copenhague, 1923). — O. D. Chwolson, *Lehrb. d. Phys.*, 2, Aufl., 1 : 2, p. 126 (Braunschweig, 1918)

moléculaire dans certaines vapeurs très lourdes avec faible tension maximum.

PHYSIQUE. — *Conductibilité électrique des vapeurs de chlorure de potassium.* Note (¹) de MM. **T. Peczalski** et **J. Cichocki**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Les expériences ont été faites avec l'appareil représenté sur la figure ci-dessous. Dans un tube de verre Pyrex A, pénètrent deux électrodes de



cuivre dont les extrémités sont séparées par une distance d variant entre 4 et 8^{cm} suivant les expériences. Ces électrodes sont isolées du tube de verre par de petits tubes en porcelaine p; elles sont fixées par un mastic qui assure en même temps l'étanchéité de l'appareil. Des toiles mouillées t refroidissent les joints.

Le sel était desséché avant son introduction dans le tube et pour enlever les dernières traces d'humidité, on le chauffait encore dans l'appareil après y avoir fait le vide jusqu'à une pression de 1^{mm} de mercure.

On a mesuré au cours des expériences : la durée du chauffage τ, la température t, l'intensité du courant i_a, la différence de potentiel v_a et enfin on a déduit de ces mesures la résistance spécifique ρ de la vapeur de K Cl.

(¹) Séance du 17 septembre 1928.

Premières mesures. — La distance entre les électrodes *d* était de 4^cm. L'espace entre les électrodes ne contenait pas de sel. Le sel entourait l'anode seule.

TABLEAU I.

τ.	*t*.	$i_a . 10^5$ amp.	V_a.	ρ.10⁵ ohms.
h m				
0.00	400	0	90	0,0
0.50	530	3	»	2,5
1.15	550	8	»	0,9
1.45	540	6	»	1,3

Deuxièmes mesures. — La distance *d* était de 8^cm. La cathode était couverte de sel qui remplissait aussi 4^cm du tube, dans l'espace *d*. Les résultats des mesures sont donnés par le Tableau II.

TABLEAU II.

τ.	*t*.	$i_A . 10^5$ amp.	V_a.	ρ.10⁵ ohms.
h m				
0.00	550	9,0	90	0,7
0.45	»	10,0	»	0,6
2.00	»	9	»	0,7
4.00	»	6	»	1,0
5.30	»	3	»	2,0
6.25	»	2,9	»	2,0
9.40	»	2,0	»	2,8

Dans toutes ces mesures i_a était proportionnel à V_a, les mesures étaient donc faites au-dessous du courant de saturation.

Les électrodes se polarisaient pendant l'expérience. L'intensité du courant de polarisation était de 2-3 pour 100 de i_a.

Dans toutes ces expériences, le chlore se dégageait sur l'anode et il réagissait chimiquement avec la cire fermant le haut du tube A par lequel passait le fil amenant le courant à l'anode. La cire était recouverte après l'expérience par un liquide vert sombre.

Des faits observés dans ces expériences, à savoir : polarisation des électrodes, dégagement du chlore et conductibilité qui ne dépend pas du sens du courant, nous concluons que la conductibilité observée était due à l'électrolyse des vapeurs de K Cl (¹), ce qui confirme l'hypothèse faite anté-

(¹) Des recherches antérieures sur l'émission thermionique des sels chauffés, on a conclu que ces sels émettent des ions positifs à quoi était attribuée la conductibilité de l'espace entourant ces sels (voir GERHARD C. SCHMIDT, *Ann. de Phys.*, **82**, 1927, p. 664).

rieurement par nous (1). La pression des vapeurs de KCl à la température des expériences était de l'ordre de 1.10^{-6} mm. D'après les valeurs de la conductibilité spécifique mesurée, nous avons calculé le nombre (n) de molécules de vapeur de KCl dissociées à cette température. n était de 0,002 du nombre total des molécules de KCl.

Dans une expérience faite sans présence de sel dans le tube A, mais avec des électrodes de cuivre déjà chauffées en présence de KCl, nous avons observé une décharge lumineuse à travers l'air sous la pression de 1^{mm} tension entre les électrodes de 90 volts et à la température de 500° C. Décharge qui est sans doute produite par l'émission électronique des électrodes qui ont absorbé KCl. La quantité de ce sel absorbée est inappréciable par les méthodes courantes d'analyse chimique.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Calcul du champ interne de polarisation.* Note (2) de M. **R. de Mallemann**, transmise par M. A. Cotton.

Le champ *interne* résultant de la polarisation des particules d'un corps, sous l'action d'un champ extérieur, est évalué habituellement par une méthode simple (Lorentz), que j'appellerai la *méthode des cavités.* Cette méthode entraîne de singulières contradictions quand on l'applique au calcul des propriétés électro-optiques à partir des phénomènes *moléculaires.*

A mon avis, elle ne résiste pas à l'examen dès qu'on abandonne le point de vue de l'analyse *macroscopique*, inapplicable aux discontinuités de la structure fine des corps matériels.

Je me propose de montrer ici comment le champ interne peut être évalué par une méthode moléculaire *directe*, applicable à un assemblage quelconque de molécules, qu'il s'agisse d'un solide ou d'un *fluide*, isotrope ou anisotrope. Le principe de la méthode est identique à celui que j'ai indiqué pour le pouvoir rotatoire. La polarisation (macroscopique) d'un corps de structure quelconque est la résultante de deux *systèmes* tensoriels. Le premier T_S, *symétrique*, donne les susceptibilités ordinaires et définit tous les effets de réfringence. Le second T_R, *asymétrique*, exprime les *susceptibilités rotationnelles* (ou dissymétries); il est nul dans un champ *extérieur* uniforme et dans un assemblage symétrique; dans le cas contraire, on doit

---

(1) F. Peczalski, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1588.

(2) Séance du 10 septembre 1928.

introduire les *dérivées premières du champ* EXTÉRIEUR; T_R est alors différent de zéro et mesure les pouvoirs rotatoires. Je complète aujourd'hui ces résultats en ajoutant : chacun de ces deux systèmes tensoriels donne, en outre, *directement*, les effets RESPECTIFS du champ interne sur la réfringence et sur la rotation. Dans un ensemble moléculaire quelconque, le champ agissant sur une molécule donnée est, en chaque point et à chaque instant, la résultante du champ extérieur imposé et du champ (interne) dû à la polarisation de toutes les autres molécules du corps. En formant cette expression, on obtient un système *quasi* infini d'équations *linéaires* homogènes; on peut néanmoins le résoudre par approximations successives et les nombres expérimentaux montrent que la série obtenue est convergente. Il est clair que ses termes successifs expriment directement les contributions d'ordre décroissant du champ interne. Je dois me borner ici à résumer les conclusions.

Le pouvoir réfringent et le pouvoir rotatoire d'un liquide sont SÉPARÉMENT *développables en une série ordonnée* (*respectivement*) *suivant les puissances du pouvoir réfringent ou rotatoire du gaz et du diamètre moléculaire, ou encore de la densité du liquide* (et des anisotropies moléculaires *spécifiques*, quand celles-ci ne sont pas nulles). Les données expérimentales permettent de calculer ainsi, dans chaque cas particulier, le diamètre moléculaire σ; *les valeurs obtenues sont en bon accord avec celles données par les autres méthodes.* D'autre part, *à l'approximation du deuxième ordre*, on peut mettre les expressions sous la forme ordinaire des invariants de réfringence :

$$\frac{M}{d}\,\frac{n^2-1}{1+\alpha\,\dfrac{n^2-1}{3}} \quad \text{et} \quad \frac{M}{d}\,\frac{\rho}{1+\beta\rho}.$$

Je précise par quelques remarques d'ordre général. Le champ interne est un champ de structure, essentiellement *local;* sa grandeur et sa direction varient, en général, d'un point à l'autre du corps; il modifie *dans l'assemblage* les propriétés de chaque molécule individuelle. On le calcule directement à partir des susceptibilités spécifiques de chaque espèce de molécules et des paramètres linéaires et angulaires déterminant la configuration moléculaire du corps. Le calcul est immédiat dans le cas des *solides* et théoriquement simple quand ceux-ci sont cristallisés. Dans le cas des *fluides*, isotropes ou anisotropes, la configuration moléculaire varie d'un instant à l'autre; le champ interne efficace est un effet *moyen;* on l'obtient *directement* en prenant la moyenne de ses valeurs instantanées pour toutes les configurations possibles des *centres* moléculaires et pour toutes les orientations *statistiquement définies* dans l'état particulier du fluide. Les molé-

cules, même individuellement isotropes, sont à chaque instant anisotropes, dans le fluide, et cette anisotropie varie suivant leurs positions relatives; il en résulte des *fluctuations* dans le temps, autour de leur isotropie ou de leurs anisotropies *spécifiques* ([1]), dont les puissances ne s'annulent pas dans les moyennes; les termes correspondants expriment l'effet permanent du champ interne.

*Dans le cas d'un assemblage parfaitement régulier, le champ interne serait nul; un cristal cubique parfait aurait donc les propriétés optiques d'un gaz parfait. La valeur finie du champ interne dans un fluide est due essentiellement à l'*IRRÉGULARITÉ *des mouvements moléculaires* ([2]). D'une manière générale, la résultante du champ interne varie en sens inverse de la régularité dans la structure du corps. Pratiquement, sa valeur est faible, en raison de l'*agglomération* des molécules dans les corps naturels; elle doit augmenter dans les couches superficielles et correspond alors aux discontinuités limites de la théorie analytique. Au contraire, dans les molécules prises individuellement, la régularité est moindre, puisque le nombre des atomes est relativement petit; le champ interne est donc plus intense; corrélativement, il doit en être de même des anisotropies spécifiques, par rapport aux anisotropies additionnelles résultant du groupement physique des molécules (dans un cristal, par exemple). Cette dernière conclusion est d'accord avec les faits expérimentaux. La méthode moléculaire semble résoudre toutes les difficultés d'ordre logique ou physique, suscitées par la méthode des cavités ([3]), et permet une analyse plus profonde des phénomènes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Structure des filaments obtenus par dessiccation des solutions ferriques.* Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

J'ai signalé ([4]) les deux formes particulières de filaments obtenus en évaporant les solutions colloïdales d'oxyde de fer (chlorure basique de fer). Dans la première partie de l'évaporation, le dépôt est formé de filaments

---

([1]) Et de leurs *pouvoirs rotatoires spécifiques* quand elles sont dissymétriques.

([2]) Ce fait avait déjà été remarqué par M. E. Henriot (*Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 5e série, 7, 1921, p. 175), mais il est en contradiction avec le raisonnement de Lorentz.

([3]) En particulier dans le cas du *pouvoir rotatoire*; au début de mes recherches, j'avais multiplié son expression par une fonction de l'*indice*, mais j'ai rectifié cette erreur depuis. Les théories d'Oseen et de Born doivent aussi être corrigées.

([4]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1539.

fins parallèles entre eux et à la ligne de séchage, alors que ceux obtenus vers la fin de la dessiccation sont rayonnants et plus gros.

Pour chercher à déterminer les causes de ces différences, j'ai soumis les deux espèces de filaments, obtenus d'une même solution de formule globale $10Fe^2O^3.Fe^2Cl^6.aq.$, à divers essais qui ont montré ce qui suit :

1° Les filaments concentriques examinés au microscope apparaissent comme formés d'une agglomération de fils sensiblement plus fins, développés suivant la longueur du filament, disposés à peu près parallèlement entre eux, mais non tout à fait en lignes droites, leurs sinuosités se suivant. Ces fils fins, qui constituent par leur ensemble le filament, ont des diamètres dont la grandeur apparente est de 3 microns et une distance d'axe en axe de 9 microns. En lumière polarisée, ils apparaissent lumineux quand les nicols sont à l'extinction; leur couleur est jaune doré et, par conséquent, différente de celle de la solution, qui est rouge brun.

La perte d'eau que subissent ces filaments par un chauffage au rouge, déterminée sur une petite quantité au moyen d'une microbalance, est de 26,2 pour 100, soit environ 2,3 molécules par molécule Fe^2O^3.

Ces filaments traités par l'eau à froid ne se dissolvent pas, mais ils abandonnent à l'eau les $\frac{4}{5}$ du chlore qu'ils contenaient, sous forme d'acide chlorhydrique ou de chlorure de sodium. Les filaments lavés et dissous dans l'acide nitrique pur ont donné une solution qui contenait encore 7,8 pour 100 de chlore, pesé comme chlorure d'argent, ce qui correspond à un chlorure basique, dont la formule serait environ $20Fe^2O^3.Fe^2Cl^6$.

2° Les filaments rayonnants sont formés de fils jaune doré analogues, comme couleur et comme diamètre, à ceux décrits plus haut, mais disposés normalement à la longueur de la fibre, c'est-à-dire que, replacés par la pensée dans la position qu'ils avaient à leur formation, tous les fils constitutifs des filaments des deux espèces étaient à peu près parallèles entre eux. Les fils élémentaires sont séparés les uns des autres par une sorte de ciment rouge assez opaque, restant obscur en lumière polarisée, alors que les fils sont brillants. Ces filaments contiennent une quantité d'eau, déterminée comme précédemment, d'environ 37,9 pour 100. Mise au contact de l'eau, une partie de la matière se disperse dans le liquide et ne peut être séparée par filtration.

De ces résultats, on peut conclure que les deux espèces de filaments décrits sont constituées par une matière filiforme disposée parallèlement à la ligne de séchage de la solution, noyée dans une matière amorphe de couleur plus foncée provenant de la dessiccation d'une gelée de chlorure basique de fer. Au commencement de l'évaporation, il se dépose plus de

filaments et relativement moins de gelée; mais la proportion de cette dernière augmente avec la concentration jusqu'à la fin du dépôt. Le ciment qui lie entre eux les éléments filiformes provient donc du séchage de la gelée.

Les deux substances constitutives du dépôt, matière filiforme et gelée, n'ont pas la même composition chimique, la dernière étant plus riche en chlore et retenant plus d'eau que la première.

Lorsque la quantité relative de gelée est faible, les fissures que produit la synérèse sont parallèles aux filaments, le lien de gelée qui les unit entre eux n'étant que peu résistant. Dans le cas contraire, où la gelée est plus abondante, les fissures qui se forment dans le dépôt dépendent de la forme du vase employé; elles sont rayonnantes sur les parties assez fortement inclinées de la capsule, mais se produisent en tous sens sur le fond presque horizontal.

Les solutions colloïdales d'oxyde de fer qui ont servi à ces expériences semblent donc formées de deux substances différentes, dispersées dans l'eau. Une première de couleur jaune contenant relativement peu de chlore, faiblement gonflée par l'eau, fournit à la dessiccation la partie filiforme du dépôt. La seconde, plus hydrophile, contenant plus de chlore, est susceptible de se concentrer par évaporation jusqu'à fournir une gelée d'un rouge foncé.

Il y a lieu de noter que les solutions employées dans ces expériences, préparées depuis 12 et 15 mois, laissent déposer peu à peu une petite quantité d'une matière pulvérulente jaune qui traverse les filtres de papier ordinaire et qui n'a pu être séparée ainsi.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les courbes d'absorption ultraviolette des alcools terpéniques, en rapport avec leur constitution.* Note [1] de M. **Jean Savard**, transmise par M. V. Grignard.

Nous avons étudié les courbes d'absorption des alcools suivants :

CH_3	CH_3	CH_3	CH_3	CH_3	CH_3	CH_3
CH	CH	CH	C	C(OH)	C(OH)	C
CH_2 CH_2	CH_2 CH_2	CH_2 CH OH	CH CH_2	CH_2 CH_2	CH_2 CH_2	CH CH_2
1	2	3	4	5	6	7
CH_2 C(OH)	CH_2 C(OH)	CH_2 CH_2	CH_2 CH_2	CH_2 CH_2	CH_2 CH_2	CH_2 CH_2
C C_4H_9	CH C_4H_9	CH	CH	CH	C	C(OH)
CH_3—C—CH_3	CH_3—C CH_2	CH_3 C — CH_2	CH_3 C(OH)—CH_3	CH_3—C— CH_2	CH_3—C—CH_3	CH_3 CH—CH_3
Butylpulégol.	Butylisopulégol.	Dihydrocarvéol.	α-Terpinéol.	β-Terpinéol.	γ-Terpinéol.	Terpinéol-4.

([1]) Séance du 10 septembre 1928.

Ces courbes présentent toutes : (*a*) un maximum, ou un palier, ou un point singulier au voisinage de 2260-2380 Å environ

$$\left(\frac{1}{\lambda} = 42000\text{-}45000 \text{ cm}^{-1}\right);$$

(*b*) la première partie régulièrement ascendante d'une bande dont le maximum situé dans l'ultraviolet extrême ne peut être saisi. On sait que la portion (*a*) de la courbe correspond à l'existence d'une double liaison [1] et la partie (*b*) à celle d'une fonction alcool [2].

	Point caract. C = C		Bande de l'OH	
Alcools.	$\frac{1}{\lambda}$ = cm.	log ε.	Visible jusqu'à	log ε.
Butylpulégol.........	43000	3,64	50200	3,76
Butylisopulégol......	44800	3,63	50500	3,76
Dihydrocarvéol......	45260	2,54	49000	3,44
Terpinéol-α.........	43300	1,32	49850	3,54
» -β.........	45000	1,32	48600	2,66
» -γ.........	41600	1,64	47700	3,80
Terpinéol-4.........	43800	2,79	50000	3,54

Considérons d'abord les alcools qui ne diffèrent que par la position de la double liaison, les β et γ-terpinéols par exemple (5 et 6). La courbe du premier possède un palier d'absorption marqué, à 2222 Å. $\left(\frac{1}{\lambda} = 45000,\ \log \varepsilon = 1{,}32\right)$ environ, celle du deuxième un point singulier seulement. L'abscisse du sommet de la bande d'absorption (double liaison) du γ-terpinéol ne peut pas être fixée. On voit néanmoins nettement que toute la courbe du γ-terpinéol est décalée vers le rouge d'une soixantaine d'angströms par rapport à celle du β-terpinéol.

C'est exactement ce qui fut déjà constaté à propos des butylpulégol et butylisopulégol [3]. Le déplacement du point maximum, alors mesurable, était voisin de 80 Å. Ces deux groupes d'alcools sont tout à fait comparables. Dans l'un comme dans l'autre, le déplacement du spectre est produit par le passage d'une forme limonénique à une forme isopropylidène. Les pulégols offrent cependant cette particularité de présenter, pour l'un d'eux, la double liaison conjuguée.

---

[1] VICTOR HENRI, *Études de Photochimie*, Paris, 1919.

[2] JEAN SAVARD, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1738.

[3] JEAN SAVARD, *Bull. Soc. chim.*, 1928 (sous presse).

Voyons maintenant les alcools qui diffèrent par la position de l'OH, celui-ci restant tertiaire, et la double liaison fixe.

a. *α-terpinéol et terpinéol-4*. — Il n'y a pas de déplacement vers le rouge de la bande de la double liaison. Les sommets des deux bandes ont sensiblement la même abscisse (2309-2283) que l'OH soit en 8 (extranucléaire) ou en 4 (intranucléaire). C'est par une diminution considérable du coefficient d'extinction maximum pour la double liaison que se traduit le passage de l'OH de 4 en 8. Pour le terpinéol-4, $\log \varepsilon = 2,79$; cette valeur tombe à 1,32 pour l'α-terpinéol. Tout se passe comme si la courbe d'absorption du premier voyait ses ordonnées réduites.

b. Les OH sont de même nature mais le noyau menthénique porte un substituant :

1. *γ-terpinéol et butylpulégol*. — L'influence du radical butyle est faible, car la forme d'une courbe d'absorption dépend, avant tout, des groupements fonctionnels et de leurs positions [1]. Nous ne voulons cependant pas faire de comparaisons trop étroites entre des alcools dont les molécules n'ont pas la même masse. Remarquons que la bande de la double liaison, si marquée dans le butylpulégol ($\lambda = 2325$ Å., $\log \varepsilon = 3,64$), s'abaisse dans le γ-terpinéol jusqu'à se réduire à un point singulier marquant l'intersection de cette bande avec celle de l'OH ($\lambda = 2404$ Å., $\log \varepsilon = 1,64$).

2. *β-terpinéol et butylisopulégol*. — Même remarque que ci-dessus : les maxima d'absorption ont des abscisses voisines (2222 Å.), mais l'ordonnée tombe de 3,63 à 1,32 quand l'OH passe de 3 en 1.

Dans le cas où l'OH et le carbone qui le porte sont quelconques (butylisopulégol, dihydrocarvéol, β-terpinéol), on constate toujours que la courbe s'abaisse à mesure que l'OH s'éloigne davantage de la double liaison, celle-ci restant fixe. Pour les trois alcools cités, λ max. est voisin de 2222 Å. et $\log \varepsilon$ prend les valeurs suivantes : 3,63 (butylisopulégol), 2,54 (dihydrocarvéol), 1,32 (β-terpinéol).

Enfin si la position de la double liaison, elle aussi, varie et si les alcools n'ont de commun que le noyau menthénique fondamental, l'intensité d'absorption de la double liaison est en rapport avec le nombre d'atomes de carbone qui séparent dans la molécule les deux groupements fonctionnels. De la comparaison de tous les alcools entre eux, il apparaît que deux phénomènes sont à retenir :

---

(1) Victor Henri, *loc. cit.*

a. Le phénomène du déplacement des bandes, les ordonnées de leurs maxima restant sensiblement constantes.

b. Celui de l'abaissement des coefficients d'extinction maxima, leurs abscisses restant sensiblement constantes.

Ils prouvent l'induction mutuelle des groupements fonctionnels et ne sont probablement pas indépendants l'un de l'autre.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures magnétiques dans le sud-ouest de la France.* Note de M. **Albert Baldit**, présentée par M. G. Ferrié.

1. Les mesures magnétiques dont nous présentons aujourd'hui les résultats constituent la dernière partie du travail qui nous avait été confié (¹) par la 6e Section du Comité français de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale dans son œuvre de révision générale du réseau magnétique de la France. Elles ont été effectuées pendant les mois de septembre et octobre 1926, et intéressent les trois départements du Lot-et-Garonne, du Tarn et du Tarn-et-Garonne.

Des 42 stations dans lesquelles nous avons mesuré les trois éléments magnétiques, 9 avaient été déjà visitées par Moureaux, 17 par Mathias, et 2 à la fois par Moureaux et Mathias; 14 sont nouvelles. Toutes les mesures ont été doublées, sauf 6 inclinaisons.

Le tableau suivant donne les valeurs des éléments ramenés au 1er janvier 1922. Les noms des stations nouvelles figurent en italique.

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
Département du Lot-et-Garonne.				
	° ′	° ′		
1. Agen	12.18,9	60.46,9	0,21813	presque calme
2. Astaffort	12.14,5	60.38,2	0,21874	calme
3. *Casteljaloux*	12.30,1	60.56,0	0,21704	calme
4. *Castillonnès*	12.18,3	61.08,1	0,21600	calme
5. *Fumel*	12.13,8	61.00,3	0,21731	presque calme
6. Marmande	12.28,7	61.05,3	0,21650	presque calme
7. *Mézin*	12.26,9	60.40,0	0,21831	presque calme
8. Nérac	12.23,9	60.42,5	0,21014	calme
9. La Plume	12.18,6	60.42,6	0,21843	presque calme
10. Port-Sainte-Marie	12.22,8	60.50,9	0,21778	calme
11. Saint-Maurin	12.08,9	60.43,1	0,21791	presque calme
12. *Tonneins*	12.25,4	60.57,4	0,21715	calme
13. Villeneuve-sur-Lot	12.16,1	60.54,8	0,21727	calme

(¹) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 827; 178, 1924, p. 1568; 180, 1925, p. 1410; 184, 1927, p. 219.

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
Département du Tarn.				
	° ′	° ′		
14. Albi (I)	11.26,3	–	–	perturbation
15. Albi (II)	11.37,3	60.27,3	0,22021	agitée
16. *Carmaux*	11.37,4	60.31,5	0,21954	perturbation
17. *Cordes*	11.43,1	60.29,2	0,21961	agitée
18. Gaillac	11.38,5	60.20,9	0,22013	calme
19. *Graulhet*	11.37,6	60.12,5	0,22110	calme
20. *Lacaune-les-Bains*	11.18,2	59.57,8	0,22122	calme
21. Lavaur	11.43,2	60.07,9	0,22094	calme
22. *Mazamet*	11.23,8	59.53,8	0,22232	calme
23. Saint-Sulpice-la-Pointe	11.47,2	60.15,8	0,22046	agitée
24. *Vabre*	11.27,8	60.03,5	0,22130	calme
25. *Valence-d'Albigeois*	11.32,7	60.25,7	0,21959	un peu agitée
26. Vaour	11.40,6	60.33,5	0,21921	presque calme
Département du Tarn-et-Garonne.				
27. Auvillars	12.09,3	60.37,7	0,21849	perturbation
28. Beaumont-de-Lomagne	12.02,2	60.24,1	0,21996	calme
29. Bourg-de-Visa	11.58,4	60.44,2	0,21847	presque calme
30. Castelsarrasin	12.05,5	60.33,4	0,21884	agitée
31. *Caussade*	11.51,3	60.37,5	0,21869	un peu agitée
32. *Espinas*	11.43,3	69.38,3	0,21856	calme
33. Lafrançaise	11.57,1	60.33,7	0,21836	calme
34. Lauzerte	12.08,3	60.45,6	0,21836	calme
35. Lavit-de-Lomagne	12.04,7	60.30,4	0,21942	un peu agitée
36. Moissac	11.58,2	60.31,2	0,21912	presque calme
37. Montauban	12.07,6	60.31,8	0,21978	un peu agitée
38. Montech	11.46,0	60.30,5	0,21968	presque calme
39. Saint-Nicolas-de-Lagrave	12.08,1	60.35,7	0,21900	agitée
40. Valence-d'Agen	12,08,4	60.38,6	0,21869	un peu agitée
41. Verdun-sur-Garonne	11.56,6	60.24,2	0.21987	un peu agitée
42. Villebrumier	11.51,4	60.25,0	0,21993	agitée

2. Ces mesures comparées avec celles de Moureaux donnent la variation séculaire des éléments magnétiques entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 pour l'ensemble des trois départements du Lot-et-Garonne, du Tarn et du Tarn-et-Garonne :

Déclinaison (10 stations communes)	$-2^{\circ}52',1$
Inclinaison (10 stations communes)	$-0^{\circ}56',3$
Composante horizontale (9 stations communes)	$+0,00344$

Comparées avec les mesures de Mathias, elles donnent pour les mêmes départements :

Déclinaison (12 stations communes).................	— 2°53′,1
Inclinaison (19 stations communes).................	— 0°56′,5
Composante horizontale (11 stations communes)......	+ 0,00350

3. Dans l'ensemble, la situation magnétique n'a pas été aussi tranquille, au cours de cette campagne, qu'il aurait été désirable, puisque, en dehors de 27 situations calmes ou presque calmes, on en compte 12 qui sont caractérisées par une agitation plus ou moins marquée des barreaux au magnétographe du Val Joyeux, et 3 qui atteignent le degré de véritables perturbations. La première de ces perturbations magnétiques a sévi le 21 septembre 1926, pendant la mesure de I à Auvillars; la seconde, le 15 octobre, pendant les mesures de H et de I à Carmaux, et la troisième, le même jour, pendant la détermination de D à Albi (station I).

Ces deux derniers troubles font partie du violent orage magnétique qui a débuté le 14 octobre à 20^h et qui s'est poursuivi pendant 36 heures, succédant de près à une activité remarquable d'un groupe de taches solaires. Malgré l'état d'agitation des éléments, les valeurs de H et I déterminées le 15 à Carmaux ne présentent pas d'anomalie appréciable; mais la déclinaison mesurée à Albi le même jour (station I) est nettement anormale et nous avons dû exclure cette valeur du calcul de la variation séculaire en la remplaçant par la mesure de D effectuée le 16, en un point voisin.

La seule anomalie permanente, dans la zone où nous avons opéré, est celle qui s'étend entre Montauban et Moissac, et qui est surtout sensible pour D. Les mesures combinées de Mathias et Moureaux en donnent le tracé pour l'époque 1916,0. Cette anomalie se retrouve, pour 1922, avec un aspect très voisin de celui de 1916; mais nos déterminations en donnent une représentation plus exacte et permettent de fixer ses limites. On peut ainsi reconnaître son influence, sur une cinquantaine de kilomètres, entre Montauban et Bourg-de-Visa, le long d'une ligne orientée sensiblement du Sud-Est au Nord-Ouest.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le pouvoir pathogène du* M. melitensis *et du* B. abortus *pour le singe et l'homme*. Note [1] de M. **Et. Burnet**, présentée par M. Roux.

Il y a cinq ans, nous pouvions conclure de deux séries d'inoculations expérimentales : 1° que le *B. abortus* se distingue du *M. melitensis* par

[1] Séance du 10 septembre 1928.

l'absence de pouvoir pathogène pour le singe et pour l'homme; 2° que l'inoculation de *B. abortus* vivant vaccine le singe et l'homme contre le *M. melitensis* [1].

Il n'y avait rien à objecter à la seconde conclusion. A la première, on a pu objecter que nous avions employé des souches de *B. abortus* vieillies au laboratoire sur les milieux de culture artificiels.

Depuis cinq ans l'épidémiologie de la fièvre méditerranéenne a pris une face nouvelle. On a signalé en de très diverses contrées, Rhodésia, États-Unis, Italie, France, des cas de « fièvre ondulante à *Abortus* » (il vaudrait mieux dire : contractée au contact des bovins et porcins). On en a signalé même dans des pays d'Europe, Allemagne, Hollande, Danemark, où la fièvre ondulante étant jusqu'ici inconnue ou méconnue, alors que l'avortement par le B. de Bang est très répandu, on croyait trouver la preuve permanente de l'innocuité du *B. abortus* pour notre espèce.

En présence de ces faits nouveaux, nous avons pris à cœur de répéter nos expériences de 1923, en n'inoculant que des souches tout récemment (1 ou 2 mois) isolées du bétail ou de l'homme (sauf la souche d'*Abortus* d'origine humaine).

Singe 1. — *Rhesus* femelle. Comme les autres sujets d'expérience, sérum non agglutinant au point de départ. Inoculation sous-cutanée de 30 millions d'un mélange de 3 *Abortus*. A la suite de cette inoculation il n'y a jamais eu de fièvre. Une hémoculture positive (16e jour), puis deux négatives (35e et 62e jours). Pouvoir agglutinant : 200,450 (35e jour), 200 (62e jour). Pas de réaction thermique ni locale à l'inoculation sous-cutanée de 1^{cm^3} de mélitine.

Le 84e jour, inoculation d'épreuve : 10 millions de *M. melitensis* sous la peau. A la suite de cette inoculation, il n'y a pas eu de fièvre. Deux hémocultures (100e et 117e jours) négatives. L'inoculation de *melitensis* n'a même pas relevé le titre d'agglutination, qui était descendu à 200.

Singe 2. — *Macacus Cynomolgus* mâle. Même inoculation d'*Abortus*, mais 10 millions seulement. Jamais de fièvre. Toutes hémocultures négatives. Pas de réaction à la mélitine. Pouvoir agglutinant aux mêmes dates : 40, 100, 250.

Même inoculation de *M. melitensis*. A la suite, point de fièvre. Le pouvoir agglutinant ne dépasse pas 300.

Le singe suivant est particulièrement intéressant, en ce qu'il a été inoculé avec un *Abortus* isolé il y a deux ans d'un cas humain de fièvre ondulante (un des cas d'Alessandrini, en Toscane).

Singe 3. — *Cynomolgus* femelle. 10 millions, sous la peau de cet *Abortus*. Il n'y a

---

[1] *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1034, et **178**, 1924, p. 154.

pas eu de fièvre. Une hémoculture positive (la première, le 16e jour); les suivantes, négatives. Pouvoir agglutinant : 1400 (16e jour), 8000 (43e). Pas de réaction à 1$^{cm^3}$ de mélitine.

Le 65e jour, inoculation sous-cutanée de 10 millions de *M. melitensis*. A la suite, pas de fièvre. Une hémoculture positive (16 jours après l'épreuve), les suivantes négatives. Le pouvoir agglutinant revient à 4000.

Témoin. — *Cynomolgus* mâle. 10 millions de *M. melitensis*. La fièvre commence le 20e jour : courbe typique. Hémocultures positives. Titre agglutinant : 500. A l'inoculation sous-cutanée de 1$^{cm^3}$ de mélitine, réaction thermique (les singes inférieurs ne donnent pas l'intradermoréaction, en tant que réaction locale).

Sujets humains, au nombre de trois. Reçoivent sous la peau 200 millions des *B. abortus* récents. L'observation a duré 130 jours : ils n'ont point présenté de fièvre. Pour chacun, quatre hémocultures négatives. Pouvoir agglutinant : entre 300 et 600. Intradermo-réaction, fortement positive chez l'un, faiblement positive chez le deuxième, à peu près nulle chez le troisième.

Le 92e jour, inoculation de 80 millions de *M. melitensis*. A la suite, point de fièvre. Pas de relèvement du titre d'agglutination. 50 jours après l'épreuve, les trois sujets sont indemnes de fièvre et bien portants.

Le *témoin* a pris la fièvre méditerranéenne, heureusement très bénigne. La fièvre a cédé à quatre injections thérapeutiques de mélitine.

Ces expériences confirment nos conclusions de 1923. Aux doses de 30 millions chez les macaques, de 200 millions chez l'homme, l'inoculation expérimentale, sous-cutanée, de *B. abortus* tout récemment isolés d'avortements de bovins, n'a pas donné la fièvre ondulante. Même la souche isolée d'un cas humain de « fièvre méditerranéenne à *Abortus* » n'a pas causé la maladie. De plus, l'unique inoculation de *B. abortus* vivants, à dose faible, a vacciné l'homme et le singe contre une dose de *melitensis* qui déterminait infailliblement la maladie fébrile chez les témoins.

Cependant, si les inoculations expérimentales d'*Abortus* n'ont pas donné la maladie, l'organisme de l'homme et du singe n'y est pas resté indifférent. Deux singes ont eu, 16 jours après l'inoculation, une hémoculture positive. Singes et hommes ont acquis un pouvoir agglutinant assez fort : sur ce point, ces expériences diffèrent des anciennes. Enfin, deux sujets humains sur trois ont donné l'intraderme-réaction positive.

L'*Abortus* d'origine humaine s'est montré le plus sévère pour le singe, à moins que ce singe ne se soit trouvé plus sensible.

Comment, en présence des faits nouveaux (fièvre ondulante contractée au contact de bovins), interpréter ces expériences? Si des faits d'épidémiologie bien établis nous obligeaient à reconnaître au *B. abortus*, ou à certaines souches de *B. abortus*, quelque pouvoir pathogène pour l'homme, il faudrait

encore déclarer, d'après les faits d'expérience, que ce pouvoir pathogène est énormément plus faible (ou plus rare) que celui du *M. melitensis*.

Il faut d'abord admettre des différences entre la maladie naturelle et l'infection expérimentale. Il est possible aussi que dans cette espèce *Brucella*, qui semble encore plastique et adaptable, il existe des races à caractères mixtes, abortives pour la vache et fébrigènes pour l'homme. Il est vraisemblable enfin, avec l'intense trafic moderne d'hommes, d'animaux et de choses, que, même dans les pays du nord de l'Europe, des vaches soient infectées de *melitensis* qui lui vienne, directement ou indirectement, par la chèvre ou par l'homme, et qui exerce sur elles l'action pathogène abortive.

Si nos expériences n'infligent pas un démenti à l'épidémiologie, l'épidémiologie ne dément pas non plus les expériences.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 23 juillet 1928.)

Note de M. *N.-P. Pentcheff*, Les gaz rares des sources thermales et les grands tremblements de terre des 14 et 18 avril 1928 en Bulgarie :

Page 244, ligne 26 (Tableau), *au lieu de* $17.^{-10}$, *lire* 17.10^{-10}.